

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Desain adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian dalam proses pembuatan produk. Tahap perancangan tersebut dibuat keputusan-keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan lain yang menyusulnya (Dharmawan, 2000). Desain produk adalah proses merancang atau memperbaiki dengan menggunakan metode tertentu dengan output sebuah produk (mesin/alat). Berikut ini adalah penjelasan mengenai referensi-referensi yang dipakai dalam perancangan mesin peniris.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Perancangan mesin peniris ini menggunakan penelitian-penelitian yang telah dilakukan oleh pihak lain sebagai acuan. Penelitian-penelitian tersebut didapatkan dari pustaka yang diterbitkan, dan rangkuman dari penelitian yang digunakan antara lain :

Sutjana (2008) menyebutkan bahwa dari observasi pada beberapa produk yang telah dipakai masyarakat diperoleh bahwa pemakai membutuhkan peralatan yang memberikan kemudahan, cepat dalam menyelesaikan pekerjaan, hasil bagus, tetapi tetap memberikan kenyamanan, keamanan dalam memakainya, dan memberikan kesan modern. Berdasarkan kemampuan kebolehan dan keterbatasan manusia.

Jurnal penelitian Okafor (2013) meneliti tentang desain pisau pengiris pisang sebagai bahan pembuatan keripik pisang yang kurang efektif karena masih dilakukan secara manual yang berdampak ke arah output yang terlalu sedikit dan pendapatan rendah, pekerja banyak yang mengalami cedera tangan, dan hasil ketebalan potongan tidak seragam. Oleh karena itu Okafor merancang pisau pisang otomatis dengan engkol yang dapat meminimalkan kekurangan-kekurangan yang ada pada pisau manual.

Nurani (2013) meneliti tentang kandungan minyak goreng pada tepung penyalut kacang keriting, Kacang keriting adalah salah satu produk *snack* dengan bentuk yang unik. Kacang dengan salutan tepung yang tidak teratur membuat bentuknya seperti rambut keriting. Proses pembuatan kacang keriting dilakukan dengan menyalut (*enrobing*) kacang menggunakan tepung yang telah dicampur dengan

bumbu melalui proses penggorengan, sehingga membentuk produk kacang yang tersalut tidak teratur (seperti rambut yang keriting). Penyerapan minyak goreng yang terlalu tinggi pada produk akan mempengaruhi penampakan dan rasa produk. Disamping itu, adanya kandungan lemak akibat penyerapan minyak goreng yang tinggi dapat mengganggu kesehatan konsumen, sedangkan bagi industri adanya penyerapan minyak goreng ini dapat meningkatkan biaya produksi.

Penelitian yang dilakukan oleh Lestari (2014) bertujuan untuk membuat rancang bangun pamarut dan pemeras santan kelapa portable model continue bertenaga gerak motor listrik, mengetahui sistem kerja dengan uji coba dan identifikasi tingkat kegagalan perancangan serta menghitung tingkat efisiensi dengan perbandingan metode manual. Metode Penelitian yang digunakan dalam penelitian rancang bangun mesin pamarut dan pemeras santan kelapa portable model continue ini adalah metode empirik, yaitu pengambilan data dari sumber studi pustaka lalu mengaplikasikannya dalam satu permodelan dimensi dengan perencanaan dan perhitungan yang diwujudkan dalam satu bentuk nyata berupa mesin pamarut dan pemeras santan kelapa portable model continue tersebut. Untuk mengetahui besar kapasitas mesin dibutuhkan pengulangan beberapa kali dengan pengambilan waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit sampai 60 menit. Hasil penelitian dibedakan menjadi dua sesuai parameter penelitian, yaitu santan dan ampas. Rancangan mengalami beberapa kali perubahan design dan ukuran komponennya, hal ini untuk mendapatkan hasil yang mendekati sempurna. Hasil pengujian tertinggi terjadi pada waktu 10 menit yaitu, santan 110 gr, dan ampas 220 gr. sedangkan pada pengujian mulai 25 menit hingga 60 menit tidak menghasilkan santan. Hal ini dikarenakan mesin mengalami eror.

Penelitian yang dilakukan Soegihardjo (2005) adalah perancangan mesin untuk proses pembuatan tepung tapioka secara mekanik diupayakan agar bisa menggabungkan ketiga tahapan proses (pamarutan, pemerasan, serta penyaringan) dalam sebuah peralatan/mesin. Ada beberapa alternatif mekanisme yang bisa dipakai, baik untuk tahapan pamarutan maupun tahap pemerasan dan penyaringan. Mesin pembuat tepung tapioka yang dirancang menggunakan mekanisme pamarut berputar (pamarut berbentuk silinder), yang digabung dengan mekanisme pemerasan dan penyaringan menggunakan poros penggilas yang diletakkan di atas plat berlubang-lubang yang sekaligus berfungsi

sebagai penyaring. Penggabungan ini bertujuan untuk menyatukan ketiga proses (pemarutan, pemerasan serta penyaringan) yang umumnya dilakukan melalui alat yang terpisah.

Industri rumahan pada jurnal Maghfurah (2010) memiliki kendala pada pembuatan roti yang hanya mampu memproduksi 1000 pcs roti (50 kg) per hari, sedangkan kebutuhan produksi dari pemesanan mencapai 5000 pcs (250 kg) per hari. Oleh karena itu dirancang mesin pengaduk yang kapasitasnya lebih besar sehingga mampu memenuhi kebutuhan pemesanan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, output penelitian berupa sebuah mesin pengaduk adonan berkapasitas 43 kg, menghasilkan 8000 pcs roti per hari.

Sistem kerja mesin ini bergerak tiap-tiap cetakan $\frac{1}{4}$ putaran dikarenakan poros cetakan digerakkan oleh *fly wheel*. *Fly wheel* saat diputar searah jarum jam akan menggerakkan komponen yang seporos dengannya, pada saat diputar berlawanan arah dengan jarum jam komponen yang seporos dengannya akan diam, sehingga cetakan yang seporos dengan *fly wheel* akan bergerak apabila *fly wheel* berputar searah jarum jam dan akan diam bila *fly wheel* berputar berlawanan arah dengan jarum jam. Pembagian dari putaran cetakan $\frac{1}{4}$ putaran dan kemudian berhenti dan bergerak lagi $\frac{1}{4}$ putaran, agar berada tepat ditengah tempat keluar adonan penyetelannya berada pada jalur yang ada pada plat pembagi putaran cetakan.

2.1.2. Penelitian Sekarang

Penelitian yang dilakukan khusus dilakukan sebagai upaya mengatasi masalah kesulitan meniriskan makanan yang dialami oleh warga Pandowoharjo, Sleman, D.I Yogyakarta. Warga Pandowoharjo masih menggunakan peniris konvensional berupa saringan untuk menempatkan makanan, sehingga minyak akan turun dengan sendirinya, proses ini memakan waktu lama. Metode yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah metode kreatif. Hasil penelitian ini berupa sebuah mesin peniris yang diharapkan dapat menyelesaikan masalah kesulitan mengurangi/menghilangkan kandungan minyak dalam makanan ringan yang digoreng. Perbedaan antara penelitian dahulu dengan penelitian sekarang lihat tabel 2.1.

Tabel 2.1. Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Deskripsi	Sutjana, I D.P. (2008)	Okafor, B.E. (2013)	Dwi Lestari (2014)	Oegik Soegihardjo (2005)
Objek yang diteliti	Perancangan produk secara umum	Pisau pengiris keripik pisang	Mesin pamarut kelapa	Mesin pembuat tepung tapioka
Metode penelitian	-Observasi	-Survey -Observasi	-Empirik	-Observasi
Masalah yang ingin diatasi	Produk yang kurang memuaskan bagi pemakai	Pisau yang kurang ekonomis	Waktu memarut kelapa yang lama	Pembuatan tepung tapioka masih dengan cara manual
Tools penelitian	-Data survey -Data eksperimen	-Data survey -Data eksperimen -Daftar kebutuhan	-Data eksperimen	-Data observasi
Output penelitian	Kriteria produk yang baik	Pisau pengiris keripik pisang semi otomatis	Mesin pemrut kelapa model kontinyu	Mesin pembuat tepung tapioka kontinyu

Tabel 2.1. Lanjutan

Deskripsi	F. Maghfurah (2012)	Andrianto (2008)	Darti Nuraini (2013)	Penelitian Sekarang (2015)
Objek yang diteliti	Mesin pengaduk adonan roti	Mesin cetak kue dakak-dakak	Kandungan minyak pada kacang keriting	Mesin peniris (otomatis, untuk aneka makanan)
Metode penelitian	-Eksperimen	-Eksperimen	-Eksperimen	-Metode kreatif
Masalah yang ingin diatasi	Jumlah produk yang dihasilkan rendah	Pencetakan kue dakak-dakak masih dengan cara manual	Mengetahui level kandungan minyak goreng pada kacang keriting	Waktu produksi lama, makanan kurang awet
Tools penelitian	-Data eksperimen -Diagram struktur fungsi	-Data eksperimen	-Data eksperimen	-Brainstorming -Daftar kebutuhan -AutoCad -Catia
Output penelitian	Hasil perhitungan keamanan part	Mesin cetak kue dakak-dakak dengan hantaran screw	Nilai kandungan minyak goreng pada kacang keriting	-Desain mesin peniris aneka makanan ringan -mesin peniris aneka makanan ringan

2.2. Dasar Teori

Proses perancangan mesin peniris ini menggunakan dasar-dasar teori yang telah ada sebelumnya dan telah disesuaikan sehingga sesuai dengan proses perancangan mesin ini. Dasar-dasar teori yang dipakai diantaranya.

2.2.1. Perancangan Produk

Perancangan produk (barang atau jasa) merupakan kegiatan awal dari usaha merealisasikan suatu produk yang keberadaannya sangat dibutuhkan oleh konsumen. Setelah perancangan selesai maka kegiatan yang menyusul adalah pembuatan produk. Kedua kegiatan tersebut dilakukan dua orang atau dua kelompok orang dengan keahlian masing-masing, yaitu perancangan dilakukan oleh tim perancang dan pembuatan produk oleh tim kelompok pembuat produk.

Esensi dari perancangan dan pembuatan suatu produk yaitu untuk memenuhi kebutuhan dari permintaan. Seiring dengan berkembangnya teknologi sekarang ini kebutuhan akan adanya produk yang dapat mempermudah kegiatan manusia terutama dalam mengerjakan pekerjaan yakni alat/mesin, hal ini yang mendorong manusia untuk merancang alat bantu dalam memenuhi kebutuhan tersebut. Dalam dunia industri khususnya industri manufaktur, adanya alat bantu yang representatif dan bermanfaat untuk mempermudah dan menghemat biaya sangat dibutuhkan, oleh karena itu penelitian-penelitian untuk menciptakan suatu alat bantu kerja saat ini perlu ditingkatkan. Selain dari pada itu adanya alat bantu yang mempermudah pekerjaan akan sangat berpengaruh kepada biaya produksi suatu produk yang dihasilkan terutama biaya *overhead* tenaga kerja langsung dan waktu produksi.

Sebagian orang menganggap bahwa perancangan suatu alat atau mesin yang dapat mempermudah pekerjaan merupakan bagian yang paling penting dalam suatu proses produksi. Karena dengan adanya alat atau mesin yang dapat mempermudah pekerjaan akan berpengaruh relatif besar pada waktu penyelesaian suatu produk dan arena waktu bisa dihemat dengan adanya mesin maka biaya *overhead* tenaga kerja langsung dan biaya penyimpanan *inventori* bisa lebih dihemat atau ditekan. Akan tetapi, tujuan dari proses perancangan alat bantu itu sendiri adalah membantu pekerjaan manusia bukan untuk mengerjakan segala aktifitas kerja manusia tersebut sehingga akan membuat lemah sumber daya manusia itu sendiri. Idealnya, perancangan alat bantu tidak mengesampingkan tugas manusia sebagai sumber daya yang harus didahulukan dalam bidang produksi, sehingga manusia dan mesin dapat bekerja secara

terintegrasi untuk menciptakan lingkungan kerja yang nyaman, efisien, efektif dan hemat biaya.

Dalam melakukan proses perancangan produk harus diingat tujuan dari pembuatan produk tersebut, yaitu:

1. Mampu mengidentifikasi kebutuhan konsumen dan menciptakan produk yang memenuhi kebutuhan tersebut.
2. Produk secara ekonomi dapat menguntungkan (*profitable*).
3. Diperlukan pengembangan produk yang telah jadi untuk memperbaiki kekurangannya.

2.2.2. Metode Perancangan

Metode perancangan adalah berupa prosedur, teknik-teknik, bantuan-bantuan atau peralatan untuk merancang. Metode perancangan menggambarkan sejumlah macam aktifitas dengan jelas yang memungkinkan perancang menggunakan dan mengkombinasikan proses perancangan secara keseluruhan. Tujuan utama metode baru ini adalah usaha untuk membawa prosedur rasional (masuk akal) di dalam proses perancangan. Cross (1992) menyebutkan metode perancangan bukan merupakan pertentangan (musuh) dari kreativitas, imajinasi dan intuisi. Pertentangan yang sesungguhnya lebih memungkinkan untuk berperan penting pada cerita penyelesaian perancangan daripada informal, internal dan seringkali pemikiran prosedural yang tidak berkaitan dengan proses perancangan tradisional atau konvensional. Pada kenyataannya, pokok yang umum dari metode perancangan dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok besar yaitu : metode kreatif (*creative methods*) dan metode rasional (*rational methods*).

2.2.2.1. Metode Kreatif

Metode perancangan ini bertujuan untuk membantu menstimulasi pemikiran kreatif dengan cara meningkatkan produksi gagasan, menyisihkan hambatan mental terhadap kreativitas atau dengan cara memperluas area pencarian solusi. Metode kreatif ini terdiri dari dua bagian, yaitu *brainstorming* dan sinektik.

1. *Brainstorming*

Brainstorming bertujuan untuk menstimulasi sekelompok orang untuk menghasilkan sejumlah besar gagasan dengan cepat. Orang yang terlibat sebaiknya tidak homogen dan mengenal persoalan.

Aturan dalam *brainstorming* meliputi :

- a) Kelompok haruslah bersifat non-hirarkial
- b) Pemimpin kelompok bersifat sebagai fasilitator
- c) Kelompok diharapkan menghasilkan sebanyak-banyaknya jumlah gagasan
- d) Tidak dibenarkan memberikan kritik terhadap gagasan
- e) Gagasan kelihatan “aneh” tetap diterima
- f) Usahakan semua gagasan dinyatakan secara singkat
- g) Suasana selama *brainstorming* berlangsung *relax* dan bebas
- h) Kegiatan *brainstorming* sebaiknya dilakukan dalam waktu tidak lebih dari 20-30 menit

Aktivitas dalam *brainstorming*, yaitu :

- a) Membentuk kelompok dan menetapkan pimpinan.
- b) Menginformasikan aturan-aturan dalam *brainstorming*.
- c) Pemimpin kelompok melontarkan pernyataan permasalahan awal.
- d) Masing-masing anggota diberi waktu tenang beberapa menit untuk menggali gagasannya.
- e) Setiap anggota diminta menuliskan gagasannya pada kartu-kartu tersendiri.
- f) Antar anggota kelompok saling bertukar kartu satu sama lain.
- g) Berikan waktu istirahat sejenak agar masing-masing anggota memiliki kesempatan untuk berefleksi dan mencari gagasan-gagasannya baru, mengacu pada gagasan rekannya kemudian dituliskan dalam bentuk kartu yang baru.
- h) Kumpulkan kartu-kartu dan setelah periode tertentu dilakukan evaluasi.

Empat tahap pokok *brainstorming* adalah sebagai berikut:

- a) Menjelaskan persoalan

Pimpinan pertemuan *brainstorming* menjelaskan persoalan yang dihadapi dan menerangkan kepada peserta bagaimana cara berpartisipasi dalam *brainstorming* tersebut. Pimpinan sebelumnya telah membuat persiapan mencari fakta-fakta tentang persoalan yang dihadapi dan harus memberikan pengantar kepada para peserta tentang hakekat persoalan tersebut.

- b) Merumuskan kembali persoalan

Merumuskan kembali persoalan dengan lebih jelas dengan sendirinya membuka jalan keluar atau memberi jawaban yang dapat diterima tanpa perlu adanya *brainstorming* seterusnya.

c) Mengembangkan ide gila

Mengembangkan persoalan yang telah dirumuskan kembali merupakan bagian pokok dari pertemuan dimana diciptakan suasana yang bebas untuk melemparkan ide yang sebanyak-banyaknya, yang menjadi kunci ukuran bukanlah kualitas tetapi kuantitas. Ide-ide tersebut untuk menciptakan suasana bebas tanpa hambatan diperlukan satu waktu “*warming up*” yang singkat.

d) Mengevaluasi ide yang dihasilkan

Kebanyakan pertemuan *brainstorming* menghasilkan sejumlah besar ide yang terkadang di atas 100 dan tidak jarang mencapai 500 ide. Ide tersebut harus dievaluasi dan beberapa ide yang berguna dipilih untuk dimanfaatkan. Evaluasi tersebut dapat dilakukan sendiri oleh pimpinan atau seluruh kelompok.

2. *Sinektik*

Sinektik bertujuan untuk mengarahkan aktivitas spontan pemikiran ke arah eksplorasi dan transformasi masalah-masalah perancangan. Sinektik adalah suatu aktivitas kelompok yang mencoba membangun, mengkomunikasikan, dan mengembangkan gagasan untuk memberikan solusi kreatif terhadap permasalahan perancangan. Pada pelaksanaan sinektik tidak diperkenankan adanya kritik dan dihasilkan satu solusi tunggal. Ciri utama dari sinektik adalah membangkitkan analogi, yang terdiri dari:

a) Analogi langsung

Analogi langsung ialah analogi yang melibatkan perbandingan peristiwa paralel.

Contoh: Merancang pondasi tiang listrik tegangan tinggi di daerah rawa-rawa dapat dianalogikan dengan akar pohon kelapa di pantai.

b) Analogi Personal

Analogi personal ialah analogi yang mensyaratkan pelibatan personal dengan permasalahan.

Contoh: Seseorang yang merasa kedinginan, kemudian teman orang tersebut membayangkan dirinya sendiri yang mengalami kedinginan tersebut.

c) Analogi Simbolik

Analogi simbolik ialah analogi secara khusus membandingkan objek-objek atau peristiwa.

Contoh: Laju mengalirnya air pada suatu tingkat volume tertentu dalam bak sama dengan laju pertumbuhan penduduk dari sejumlah penduduk suatu kota.

d) Analogi Fantasi

Analogi fantasi merepresentasikan puncak proses kreatif, karena pada tahap ini unsur permasalahan tersebut dibandingkan dengan peristiwa atau objek khayalan.

Contoh: Sistem penjaga pintu.

Metode pelaksanaan sinektik meliputi:

- 1) Membentuk kelompok yang terdiri dari anggota yang selektif
- 2) Melatih para anggota kelompok dalam menggunakan analogi untuk membangkitkan aktivitas spontan otak terhadap persoalan
- 3) Memaparkan masalah perancangan kepada kelompok sama seperti yang dinyatakan oleh klien atau pihak manajemen perusahaan
- 4) Menggunakan analogi-analogi untuk mencari solusi

2.2.2.2. Metode Rasional

Metode rasional menekankan pada pendekatan sistematis pada perancangan. Metode ini memiliki kesamaan tujuan dengan metode kreatif, misalnya dalam memperluas ruang pencarian untuk memperoleh solusi-solusi yang potensial dan mengupayakan kerja tim dan dalam hal pengambilan keputusan secara kelompok. Banyak perancang beranggapan bahwa metode rasional ini merupakan hambatan terhadap kreativitas. Hal ini merupakan pandangan yang keliru terhadap tujuan perancangan yang sistematis, yang dimaksudkan untuk meningkatkan kualitas perancangan dan produk akhir.

Salah satu metode yang paling sederhana dari metode rasional adalah *checklist* (daftar periksa). *Checklist* dapat mengeksternalisasikan apa yang harus kita lakukan sehingga kita tidak perlu menyimpan semua hal dalam kepala kita, namun kita tidak kehilangan sesuatu. *Checklist* juga dapat mengoptimalkan proses dan memungkinkan adanya team work dan partisipasi kelompok yang lebih luas serta memungkinkan adanya pembagian tugas. Dalam konsep perancangan, *checklist* dapat berupa suatu daftar kriteria dan standar yang harus dipenuhi oleh rancangan akhir.

Selain *checklist* juga terdapat beberapa metode perancangan rasional lainnya, yaitu metode perancangan menurut Nigel Cross. Metode ini mencakup

keseluruhan aspek perancangan proses yang dimulai dari pengklarifikasian masalah sampai kepada rincian perancangan. Langkah-langkah metode perancangan rasional ini terdiri atas tujuh tahap.

Modal perancangan tersebut mengintegrasikan aspek-aspek prosedur perancangan dengan aspek-aspek struktural perancangan. Aspek-aspek prosedur perancangan direpresentasikan oleh ketujuh metode perancangan tersebut sedangkan aspek-aspek struktural perancangan direpresentasikan oleh anak panah yang menunjukkan hubungan komutaif (timbang balik) antar masalah dengan solusinya serta hubungan hirarkial antara problem/sub problem dan antara solusi/sub solusi. Atribut-atribut produk baru yang disusun perancang disesuaikan dengan kebutuhan konsumen yang meliputi kebutuhan fisiologis, kebutuhan sosial, kebutuhan psikologi dan kebutuhan teknis.

Langkah-langkah Perancangan Produk menurut Nigel Cross adalah:

1. Klarifikasi tujuan (clarifying object) Objectives Trees Untuk mengklarifikasi tujuan-tujuan dari sub perancangan serta hubungannya satu sama lain.
2. Penetapan fungsi (Establishing Function) Function Analysis (Analisis Fungsional) Untuk menentukan fungsi-fungsi yang diperlukan dan batas-batas sistem rancangan produk baru.
3. Menyusun Kebutuhan (Setting Requirement) Performances Spesification Untuk membuat spesifikasi kinerja yang aktual dari suatu solusi rancangan yang diperlukan.
4. Penentuan karakteristik (Determining Characteristics) Quality Function Deployment Untuk menetapkan target yang akan dicapai oleh karakteristik teknik produk sehingga dapat mewujudkan kebutuhan konsumen.
5. Penentuan alternatif (Generating Alternatives) Morphological Chart Untuk menetapkan serangkaian alternatif solusi perancangan yang lengkap untuk suatu produk dan memperluas pencariab solusi yang potensial.
6. Evaluasi Alternatif (Evaluating Alternatives) Weighted Objectives (Beban Objektif) Untuk membandingkan nilai utilitas dari proposal alternatif rancangan berdasarkan performansi dan pembobotan yang berbeda.
7. Komunikasi (Improving Details) Value Engineering (Rekayasa nilai) Untuk meningkatkan dan mempertahankan nilai dari suatu produk kepada pembeli dan disisi lain mengurangi biaya bagi produsen.

2.2.3. Makanan Ringan

Makanan ringan adalah makanan yang bukan merupakan menu utama yang dimaksudkan untuk menghilangkan rasa lapar seseorang sementara waktu dan dapat memberi sedikit suplai energi ke tubuh atau merupakan sesuatu yang dimakan untuk dinikmati rasanya. Produk yang termasuk dalam kategori makanan ringan menurut Surat Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia No. HK.00.05.52.4040 tanggal 9 Oktober 2006 tentang Kategori Pangan adalah semua makanan ringan yang berbahan dasar kentang, umbi, sereal, tepung atau pati (dari umbi dan kacang) dalam bentuk krupuk, kripik, jipang dan produk ekstrusi seperti chiki-chiki-an. Selain itu produk olahan kacang, termasuk kacang terlapisi dan campuran kacang (contoh dengan buah kering) serta makanan ringan berbasis ikan (dalam bentuk kerupuk atau keripik) juga masuk kedalam kategori makanan ringan (Fitriana, 2008).

2.2.4. Motor Listrik

Motor listrik adalah sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Prinsip kerja pada motor listrik, yaitu tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet. Sebagaimana kita ketahui bahwa: kutub-kutub dari magnet yang senama akan tolak-menolak dan kutub-kutub tidak senama akan tarik menarik. Maka kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar, dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap.

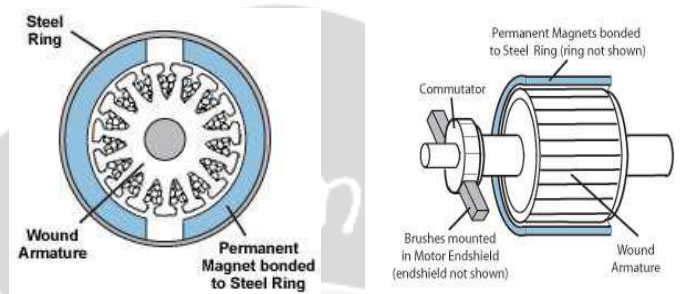
2.2.4.1 Jenis-Jenis Motor

1. Motor AC Motor arus bolak-balik menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu. Motor listrik memiliki dua buah bagian dasar listrik: "stator" dan "rotor". Stator merupakan komponen listrik statis. Rotor merupakan komponen listrik yang berputar.
2. Motor DC Motor arus searah (Direct Current), menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan torque yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.

Secara umum motor DC dibagi atas 2 macam, yaitu :

a) **Brushed Motor**

Motor DC dengan sikat yang berfungsi sebagai pengubah arus pada kumparan sedemikian rupa sehingga arah putaran motor akan selalu sama



Gambar 2.1. Konstruksi *Brushed Motor*

b) **Brushless Motor**

Motor DC tanpa sikat (brush) menggunakan bahan semikonduktor untuk merubah maupun membalik arah putarannya untuk menggerakkan motor, serta tingkat kebisingan motor jenis ini rendah karena putarannya halus.

BLDC motor atau dapat disebut juga dengan BLAC motor merupakan motor listrik synchronous AC 3 fasa. Perbedaan pemberian nama ini terjadi karena BLDC memiliki BEMF berbentuk trapezoid sedangkan BLAC memiliki BEMF berbentuk sinusoidal. Walaupun demikian keduanya memiliki struktur yang sama dan dapat dikendalikan dengan metode six-step maupun metode PWM. Dibandingkan dengan motor DC jenis lainnya, BLDC memiliki biaya perawatan yang lebih rendah dan kecepatan yang lebih tinggi akibat tidak digunakannya brush. Dibandingkan dengan motor induksi, BLDC memiliki efisiensi yang lebih tinggi karena rotor dan torsi awal yang, karena rotor terbuat dari magnet permanen. Walaupun memiliki kelebihan dibandingkan dengan motor jenis lain, metode pengendalian motor BLDC jauh lebih rumit untuk kecepatan dan torsi yang konstan, karena tidak adanya brush yang menunjang proses komutasi dan harga untuk motor BLDC jauh lebih mahal.

Secara umum motor BLDC terdiri dari dua bagian, yakni, rotor, bagian yang bergerak, yang terbuat dari permanen magnet dan stator, bagian yang tidak bergerak, yang terbuat dari kumparan 3 fasa. Walaupun

merupakan motor listrik synchronous AC 3 fasa, motor ini tetap disebut dengan BLDC karena pada implementasinya BLDC menggunakan sumber DC sebagai sumber energi utama yang kemudian diubah menjadi tegangan AC dengan menggunakan inverter 3 fasa. Tujuan dari 8 pemberian tegangan AC 3 fasa pada stator BLDC adalah menciptakan medan magnet putar stator untuk menarik magnet rotor.

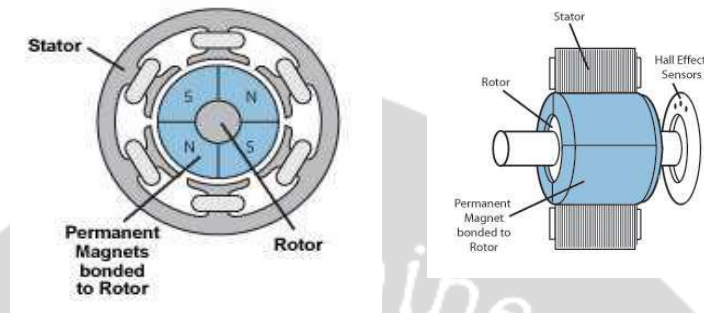
Oleh karena tidak adanya brush pada motor BLDC, untuk menentukan timing komutasi yang tepat pada motor ini sehingga didapatkan torsi dan kecepatan yang konstan, diperlukan 3 buah sensor Hall dan atau encoder. Pada sensor Hall, timing komutasi ditentukan dengan cara mendeteksi medan magnet rotor dengan menggunakan 3 buah sensor hall untuk mendapatkan 6 kombinasi timing yang berbeda, sedangkan pada encoder, timing ditentukan dengan cara menghitung jumlah pole(kutub) yang ada pada encoder.

Pada umumnya encoder lebih banyak digunakan pada motor BLDC komersial karena encoder cenderung mampu menentukan timing komutasi lebih presisi dibandingkan dengan menggunakan sensor hall. Hal ini terjadi karena pada encoder, kode komutasi telah ditetapkan secara fixed berdasarkan banyak pole dari motor dan kode inilah yang digunakan untuk menentukan timing komutasi. Namun karena kode komutasi encoder ditetapkan secara fixed berdasarkan banyak pole motor, suatu encoder untuk suatu motor tidak dapat digunakan untuk motor dengan jumlah pole yang berbeda. Hal ini berbeda dengan sensor hall. Apabila terjadi perubahan pole rotor pada motor, posisi sensor hall dapat diubah dengan mudah. Hanya saja kelemahan dari sensor hall adalah posisi sensor hall tidak tepat akan terjadi kesalahan dalam penentuan timing komutasi atau bahkan tidak didapatkan 6 kombinasi timing yang berbeda.

Beberapa keuntungan brushless DC motor dengan motor DC dibandingkan dengan motor DC biasa, adalah:

- Lebih tahan lama, karena tidak memerlukan perawatan terhadap sikatnya.
- Memiliki tingkat efisiensi yang tinggi.
- Torsi awal yang tinggi.

- Kecepatan yang tinggi, tergantung pada kekuatan medan magnet yang dihasilkan oleh arus yang dibangkitkan dari kendali penggeraknya.



Gambar 2.2. Konstruksi Motor *Brushless*

2.2.5. Pulley V dan Sabuk V

Sabuk V merupakan salah satu dari perangkat mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya dan putaran dari motor penggerak ke alat penggerak yang mempunyai jarak antara motor penggerak dengan yang digerakan cukup jauh.

Sabuk V terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium yang dibelitkan dikeliling alur puli yang berbentuk V. Bagian sabuk V yang sedang membelit pada puli ini mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar. Gaya gesekan juga akan bertambah karena pengaruh bentuk baji, yang menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah. Hal ini merupakan salah satu keunggulan dari sabuk V dibandingkan dengan sabuk lainnya.

Sebagian besar transmisi sabuk menggunakan sabuk V karena memiliki beberapa keunggulan diantaranya:

- Mudah dipasang dan dilepas
- Perbandingan kecepatannya besar
- Harganya murah
- Tahan lama
- Tingkat kebisingan yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan menggunakan rantai.

2.2.6. Poros

Poros adalah elemen mesin yang merupakan salah satu bagian terpenting dari setiap mesin. Poros pada umumnya meneruskan daya bersama-sama dengan putaran. Pada poros biasanya dapat dipasang puli, roda gigi dan naf yang ikut

berputar bersama poros. Pemasangan elemen mesin tersebut pada poros di pasang pasak.

Pembebanan pada poros tergantung pada besarnya daya putaran mesin yang diteruskan, serta pengaruh daya yang ditimbulkan oleh bagian-bagian mesin yang didukung dan berputar bersama poros. Beban puntir disebabkan oleh gaya-gaya radial dan aksial yang timbul. Dalam hal-hal tertentu, pada poros dapat terjadi hanya beban puntir atau lentur saja, namun demikian kombinasi beban lentur dan beban puntir dapat sekaligus terjadi pada poros, bahkan bisa juga disertai beban aksial.

Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai berikut:

1. Poros Penyangga

Poros penyangga adalah elemen konstruksi yang berfungsi menyangga elemen konstruksi lain yang berputar. Pada poros penyangga Pembebanan bengkok / tekuk sangat dominan. (Pembebanan tarik atau tekan sangat jarang), tidak meneruskan / mentransmisikan momen puntir. Dapat berupa poros diam, maupun poros ikut berputar. Pada poros ikut berputar, pembebanan tekuk adalah pembebanan tekuk ganti (reverse bending load).

2. Poros Transmisi

Elemen konstruksi yang berfungsi menerima, kemudian meneruskan momen puntir (M_t) dari elemen transmisi yang satu ke elemen transmisi yang lain. Pembebanan terutama adalah puntir (t_t) akibat momen puntir (M_t). Masih menerima pembebanan bengkok (s_b) akibat berat elemen mesin yang harus disangga. Jika elemen yang disangga adalah roda gigi miring, poros juga harus menerima pembebanan tekan (s_d) dan pembebanan tarik (s_z) akibat gaya aksial (F_a).

2.2.7. Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros sehingga putaran dapat berlangsung dengan halus, aman dan panjang umur. (Elemen Mesin, Sularso: 103). Bantalan harus kuat dan kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin yang lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik, maka kinerja seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja secara optimal.

Secara garis besar fungsi bantalan adalah:

1. Sebagai pendukung atau penyangga poros sebagai bagian yang berputar.
2. Untuk mengarahkan gerakan dari putaran poros.
3. Transmisi putaran.

Bantalan gelinding adalah nama lain dari pendukung poros yang mempunyai elemen yang berputar. Elemen yang berputar tersebut terletak antara poros dengan rumah bantalan. Secara prinsip, berdasarkan tipe elemen yang berputar bantalan gelinding dapat dibedakan menjadi:

1. Bantalan bola (*ball bearing*)
2. Bantalan silinder (*cylinder bearing*)
3. Bantalan tong (*barrels bearing*)
4. Bantalan kerucut (*taper bearing*)
5. Bantalan jarum (*needle bearing*)

Pada bantalan ini terjadi gerakan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen yang gelinding (*bola, rol*).

Bantalan gelinding mempunyai keuntungan dari gesekan gelinding yang sangat kecil dibandingkan dengan bantalan luncur. Elemen gelinding seperti bola atau rol, dipasang di antara cincin luar dan cincin dalam. Dengan memutar salah satu cincin tersebut, bola atau rol akan membuat gerakan gelinding sehingga gesekan diantaranya akan jauh lebih kecil. Untuk bola atau rol, ketelitian tinggi dalam bentuk dan ukuran merupakan keharusan. Karena luas bidang kontak antara bola atau rol dengan cincinnya sangat kecil, maka besarnya beban per satuan luas atau tekanannya menjadi sangat tinggi.

Nama-nama bagian bantalan gelinding adalah :

1. Elemen yang berputar (*bola, silinder, tong, kerucut, atau jarum*), selalu dipasang pada jarak yang telah ditentukan dan keberadaannya karena sangkar.
2. Cincin dalam (*inner ring*), berputar yang kecepatannya sama dengan putaran poros.
3. Cincin luar (*outer ring*), keberadaannya tetap tak berputar.

Bantalan gelinding mempunyai keuntungan dan kerugian yang spesifik bila dibandingkan dengan bantalan luncur, yaitu:

Keuntungan:

1. Keausan kurang

2. Panas yang ditimbulkan kurang
3. Gesekan konstan pada setiap putaran
4. Pemakaian pelumas minimum
5. Ukuran lebarnya kecil
6. Mudah dalam penggantian
7. Elemen standar didapat dimana-mana

Kerugian:

1. Untuk beban kejut (getaran karena ketidakseimbangan komponen mesin) bantalan akan lebih cepat rusak.
2. Lebih sensitif terhadap debu dan kelembaman
3. Lebih mahal

Pengenaan bantalan akan lebih mudah dengan memperhatikan nomor dari nominal bantalan tersebut. Nomor bantalan ini terdiri nomor dasar pelengkap, nomor dasar yang ada merupakan lambang jenis, lambang ukuran (ukuran lebar, diameter luar), nomor diameter lubang, dan lambang sudut kontak. Di bawah ini adalah contoh kode penomoran pada bantalan.

Sebuah bantalan mempunyai kode *FAG 6312 ZZ C3 P6*, artinya adalah sebagai berikut:

6 Menyatakan bantalan bola baris tunggal alur dalam

3 Menunjukkan seri diameter iso 2, beban ringan yaitu diameter luar 130 mm, diameter lubang 30 mm.

12 Berarti $12 \times 5 = 60$ mm diameter lubang

ZZ Berarti ratio 2

C3 Kelonggaran C3

P6 Kelas ketelitian 6

2.2.8. Catia

CATIA adalah suatu *software* yang dikembangkan sebagai alat desain sebuah produk. Pada CATIA berbagai aspek produk diperhatikan, misalnya ke-ergonomisannya. Berikut penjelasan mengenai CATIA.

2.2.8.1. Program CATIA (*Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application*)

Program CATIA (*Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application*) merupakan program komputer yang dibuat dengan mendasarkan pada teori yang terdapat dalam perumusan metode elemen hingga. Dengan hadirnya program CATIA yang mempunyai kemampuan lebih luas membuka wawasan baru bagi peneliti untuk menyelesaikan permasalahan lebih cepat.

Tampilan prototipenya juga bisa ditampilkan pada layar komputer, sehingga orang yang awam di bidang teknikpun dapat mengetahui dengan mudah. Hal inilah yang mendasari penggunaan program komputer CATIA yang berbasis metode elemen hingga untuk melakukan kajian penelitian. Sebelum berkembangnya teknologi informatika/komputer, analisa dengan metode elemen hingga masih menggunakan perhitungan tangan yang panjang dan melelahkan. Munculnya program NASTRAN memberikan kemudahan dalam analisa sebuah struktur yang rumit sekalipun. Kemudian *Dassault* Sistem mengeluarkan software CATIA yang merupakan software terpadu untuk desain dan analisa struktur dengan menerapkan metode elemen hingga. Dengan program ini, peneliti hanya membuat model tiga dimensinya dan analisa dapat dilakukan dengan hasil yang langsung dapat diketahui. Pemodelan disini meliputi diskritisasi benda kerja, pemilihan dan penerapan elemen, pendefinisian tumpuan, serta beban yang bekerja. Untuk menyederhanakan dan memudahkan proses desain dan analisa sebuah struktur, software CATIA menawarkan atau memberikan solusi terpadu. Solusi terpadu tersebut berarti bahwa semua proses dikerjakan oleh satu mesin dan satu software, sehingga transfer data dari satu desain/software ke mesin/software yang lain tidak diperlukan. Dengan proses tersebut, hilangnya data atau informasi dapat dihindari dan waktu untuk proses analisa juga menjadi lebih singkat.

Paket untuk desain dan analisa yang ditawarkan atau diberikan oleh CATIA adalah sebagai berikut :

1. CATIA untuk desain (gambar geometri)
2. CATIA untuk pembuatan model elemen hingga.
3. CATIA untuk perhitungan berbasis metode elemen hingga
4. CATIA untuk menampilkan hasil dan analisa detail dari perhitungan.

Dimulai dengan desain, dimana desain dapat dalam model dua dimensi ataupun tiga dimensi. Selanjutnya CATIA FEM (*Finite Element Modeler*) akan membuat

model analisa dari desain yang telah jadi. Model ini dibuat berdasarkan metode elemen hingga.

Adapun metode diskritisasi yang ditawarkan antara lain :

- metode 4-*EDGES-ADVANCE*
- metode *FRONTAL*
- metode *OCTREE*.

Diantara ketiga metode tersebut, metode *OCTREE* adalah yang paling mudah untuk dibuat, dan metode inilah yang akan digunakan pada penelitian ini. Dengan selesainya pembuatan model, maka perhitungan dapat dilakukan. Perhitungan yang ditawarkan dalam CATIA ini adalah *static linier, dynamic, thermal, dan bukling*. Namun pada studi ini hanya akan dilakukan perhitungan *static*. CATIA V5 Release 18 merupakan program desain grafis tiga dimensi yang dibuat oleh *Dassault Sistem* yang mampu membuat gambar dan analisis dalam bidang teknik.

Dalam perancangan benda kerja, peneliti menggunakan program CATIA dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

1. Program CATIA V5 Release 18 mempunyai aplikasi yang lengkap yang dapat digunakan dalam bidang pendidikan dan bidang industri yang meliputi *mechanical design, analysis, simulation*, dan aplikasi lainnya.
2. Cara pembuatan atau pemodelan benda kerja dengan program CATIA V5 Release 18 relatif mudah dibandingkan dengan menggunakan program sejenis serta mempunyai tingkat akurasi yang tinggi.
3. *Design part* (desain komponen) dengan CATIA V5 Release 18 akan menghasilkan gambar yang sesuai dengan hasil produk sesungguhnya. Sehingga produk yang telah didesain dapat dilihat secara nyata dalam tampilan tiga dimensi, sehingga kita bisa mengetahui secara detail bagian dari produk tersebut.
4. Dengan CATIA V5 Release 18 dapat juga dilakukan analisis statis dari produk yang telah didesain, sehingga dapat dilihat bagian dari produk yang kurang aman sehingga akan mempermudah mendesain produk sampai didapat produk sesuai yang diinginkan sebelum proses produksi dilakukan.

2.2.9. AutoCad

Program AutoCAD adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mendesain gambar teknik, khususnya dalam pembuatan gambar desain arsitektur maupun

konstruksi. *Software* ini merupakan salah satu *software* teknik yang dikeluarkan oleh Auto Desk inc. Kelebihan dari *software* ini adalah kemampuan untuk pembuatan gambar konstruksi baik untuk dua atau tiga dimensi. Sejalan dengan pernyataan di atas, dalam menurut Jack Febrian dan Farida Andayani (2002: 46) menjelaskan bahwa AutoCAD adalah *software* untuk membuat desain gambar. Desain gambar yang diolah biasanya menjurus kepada desain teknis, yang digunakan oleh para engineer.

Menurut Handi Chandra, (2002: 3) fungsi atau kegunaan dari AutoCAD adalah sebagai alat bantu untuk merancang produk bagi perencana atau perancang dalam waktu yang relatif singkat dengan tingkat keakurasian yang tinggi. AutoCAD biasanya dipergunakan oleh para perencana atau perancang untuk menuangkan ide mereka dalam bentukbentuk gambar atau model. Menurut Harso Koesoemo Darmawan (1999:36), keuntungan pemakaian sistem AutoCAD yang dipilih dengan tepat dan diimplementasikan dengan benar adalah sebagai berikut:

1. Memperpendek waktu perancangan, karena memperpendek waktu penyelesaian kegiatan dalam proses perancangan.
2. Meningkatkan kualitas produk melalui pembuatan banyak alternatif produk yang kini dapat dibuat dengan cepat dan mudah, melalui ketepatan dan keakuratan yang lebih tinggi, melalui analisis dan optimasi yang lebih canggih.
3. Meningkatkan produktifitas perancangan.
4. Meningkatkan komunikasi, baik melalui satu data base yang dapat diakses oleh para anggota tim perancang yang terlibat dalam proses perancangan, maupun melalui dokumentasi dengan kualitas yang lebih baik.
5. Mengurangi biaya perancangan secara total.
6. Keuntungan-keuntungan lain yang terlalu banyak untuk disebut satu persatu, seperti prototype fisik yang dapat tidak perlu dibuat tetapi cukup dengan membuat model analitik yang simulasi pada komputer, koordinasi yang lebih baik.

Menurut Ahmad Munir, dkk (2006: 15), penggambaran dalam AutoCAD perintah-perintah gambar bisa diambil melalui beberapa cara, yaitu dari Menu *Pull-Down*, *Toolbar Draw*, *Screen Menu* (menu layar), maupun dengan cara mengetik langsung pada *keyboard*. Adapun perintah gambar tersebut diantaranya meliputi perintah *line*, *polyline*, *circle*, *rectangle*, *ellipse*, *arc*, dan *polygon*. Program AutoCAD menyediakan fasilitas pengeditan gambar yang bisa diambil melalui

menu *Modify*. Perintah tersebut bisa diambil dari menu bar atau diketik langsung melalui *keyboard*. Perintah pengeditan gambar diantaranya meliputi *erase, copy, move, offset, array, rotate, trim, dan mirror*.

2.2.10. Pembubutan

Proses pembubutan adalah proses permesinan untuk menghasilkan part-part berbentuk silindris. Dalam proses ini pahat potong dipasang padaudukan pahat dengan memposisikan ujungnya harus sama tinggi dengan pusat benda kerja (*center*). Dalam proses bubut, benda kerja silindris dihasilkan dari kombinasi gerak pahat dan benda kerja. Benda kerja berputar dan pahat potong didorong ke dalam permukaan benda kerja dengan bergerak melintang oleh pergeseran *carriage* pada dudukan mesin. Proses ini diulang beberapa kali sampai mendapatkan diameter yang diinginkan (Rochim, 1993).

Prinsip kerja atau gerakan utama untuk melakukan pemakanan dalam proses turning ada 3, yaitu:

1. Main motion, yaitu: gerakan benda kerja berputar
2. Adjusting motion , yaitu: gerakan pahat memasukkan kedalaman pemakanan / depth of cut
3. Feed motion, yaitu: gerakan pahat menyayat benda kerja atau disebut juga gerak umpan.

2.2.10.1. Alat Potong

Dalam proses pembubutan diperlukan alat potong untuk menyayat benda kerja, alat potong yang digunakan berupa pahat ISO. berikut macam macam pahat ISO:

1. Pahat ISO 1 (*Staight Shank Tool*)
Biasa digunakan pada proses roughing memanjang.
2. Pahat ISO 2 (*Bent shank tool*)
Untuk proses roughing memanjang dan juga bias untuk membuka muka(fancing) dan membuat Chamfer.
3. Pahat ISO 3 (*Offset corner cutting tool*)
Untuk proses finishing memanjang dan facing dari arah dalam menuju luar.
4. Pahat ISO 4 (*Board edge tool*)
Untuk memebuat undercut yang lebar dan juga untuk finshing memanjang dengan kedalaman pemakanan yang kecil.
5. Pahat ISO 5 (*Offset face turning tool*)

Untuk proses facing dari arah luar menuju kedalam.

6. Pahat ISO 6 (*Offset side cutting turning tool*)

Untuk proses finishing memanjang dan proses facing tetapi pahat harus miring sedikit untuk facing kearah luar.

7. Pahat ISO 7 (*parting tool*)

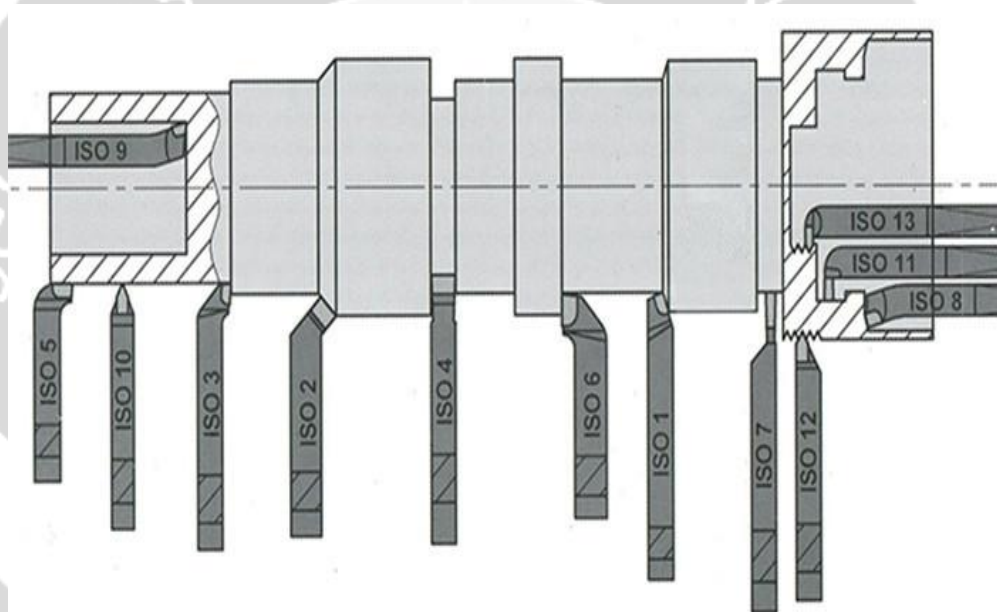
Untuk membuat undercut, memotong ataupun untuk finishing memanjang.

8. Pahat ISO 8 (*Boring tool*)

Untuk boring dengan lubang tembus.

9. Pahat ISO 9 (*Corner boring tool*)

Digunakan untuk proses boring, dengan lubang tidak tembus.



Gambar 2.3. Macam-macam Pahat ISO

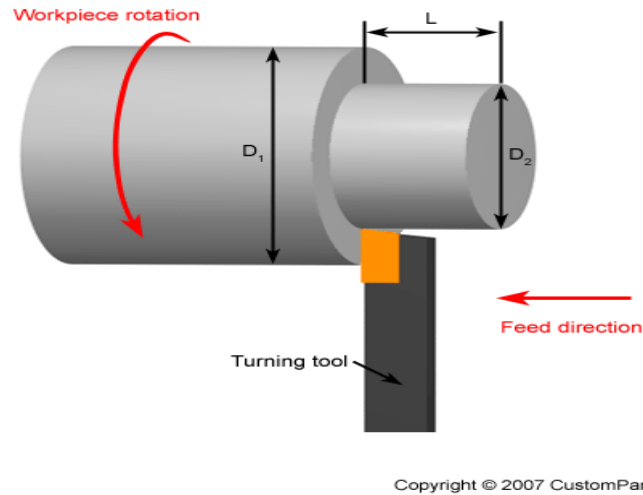
2.2.10.2. Macam-macam proses pembubutan

Saat pembubutan, tidak menutup kemungkinan menjumpai beberapa macam variasi pengerjaan, berbagai macam variasi yang dapat terjadi pada proses pembubutan antara lain:

1. Pembubutan rata / pembubutan diameter

Proses ini merupakan proses dasar dari pembubutan, yaitu mengurangi diameter menjadi diameter yang diinginkan, ukuran diameter mempunyai toleransi ukuran yang bermacam-macam, mulai dari toleransi umum, toleransi khusus dan toleransi ISO, proses ini dapat dikombinasikan dengan proses bubut muka sehingga menjadi pembubutan step / bertingkat. alat potong yang

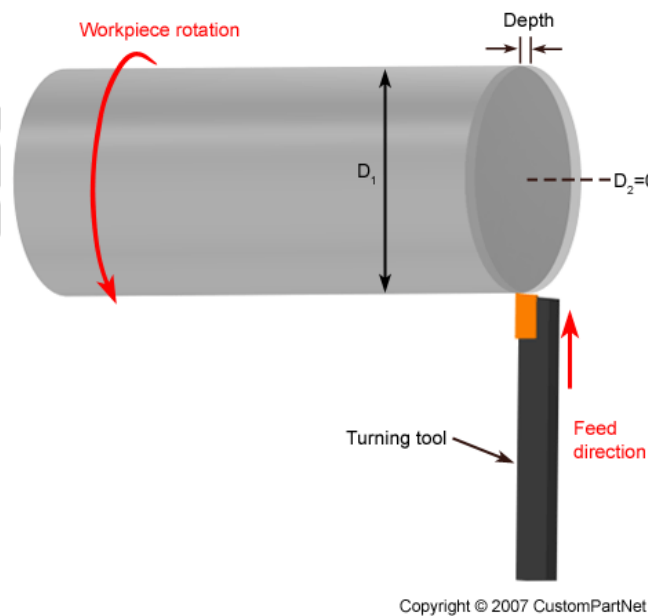
digunakan bisa dengan ISO1, ISO2, ISO3, ISO5, ISO6. pada umumnya menggunakan ISO1 atau ISO 6.



Gambar 2.4. Pembubutan Diameter

2. Pembubutan muka / *face cutting*

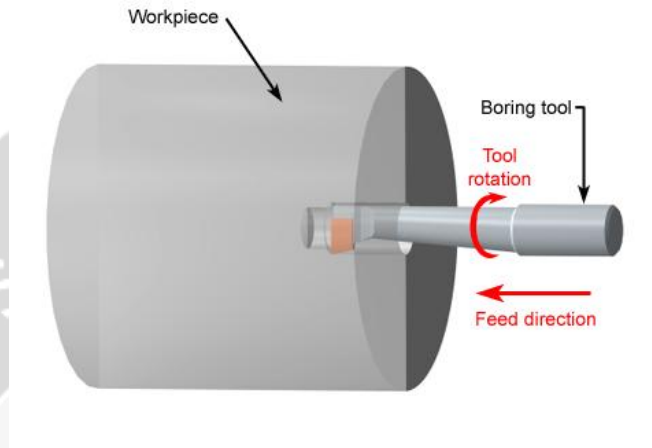
Proses ini juga merupakan proses dasar yaitu mengurangi sisi muka dari benda silindris atau disebut juga mengurangi panjang benda kerja. alat potong yang digunakan adalah ISO2, ISO3, ISO4, ISO5. yang sering digunakan adalah ISO2.



Gambar 2.5. Pembubutan Muka

3. Pembubutan dalam / *boring*

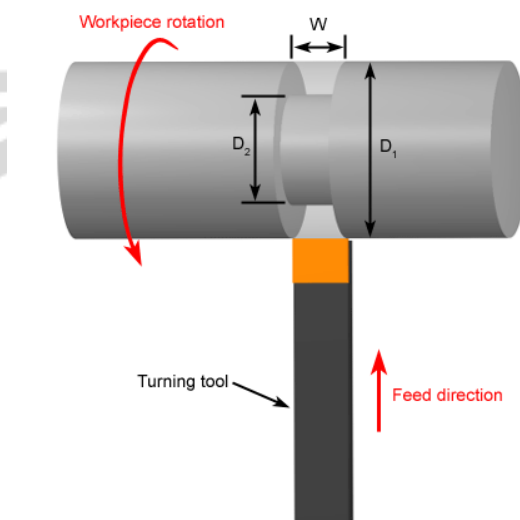
Pembubutan dalam pada dasarnya sama dengan membubut rata, namun pada bagian dalam diameter. alat potong yang digunakan adalah ISO8 dan ISO 9



Gambar 2.6. Pembubutan Dalam

4. Pembubutan alur / *grooving*

Pembubutan alur bertujuan untuk membuat pembebas pada mengalir atau bisa juga untuk tempat pemasangan snap ring, pembubutan alur dapat dilakukan pada diameter luar dan dalam. alat potong yang digunakan adalah ISO 7 dan pahat alur dalam.

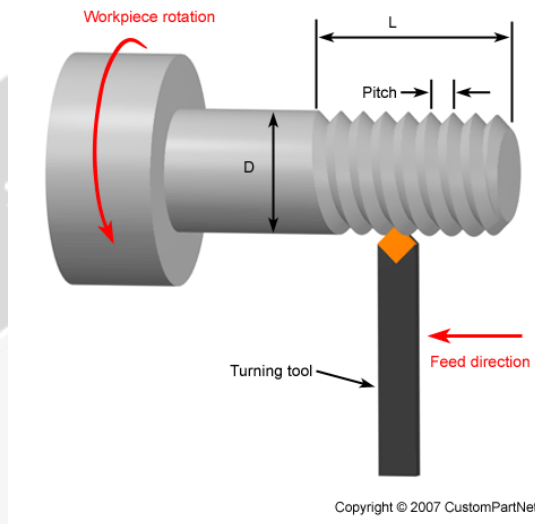


Copyright © 2007 CustomPartNet

Gambar 2.7. Pembubutan Alur

5. Pembubutan ulir / *threading*

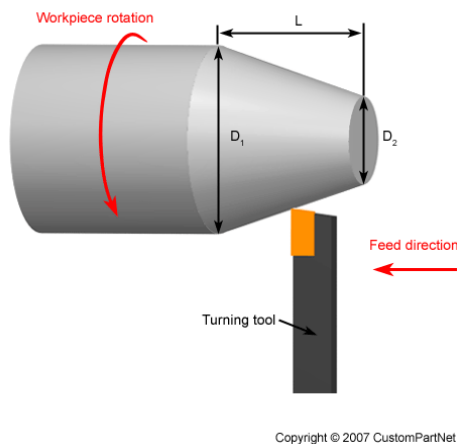
Pembuatan ulir merupakan proses yang identik dengan mesin bubut, pada mesin bubut kita dapat membuat beraneka ragam ulir pada bagian luar maupun bagian dalam, dalam hal khusus ulir dengan ukuran kecil umumnya difinish dengan tap atau snei.



Gambar 2.8. Pembubutan Ulir

6. Pembubutan tirus / *taper turning*

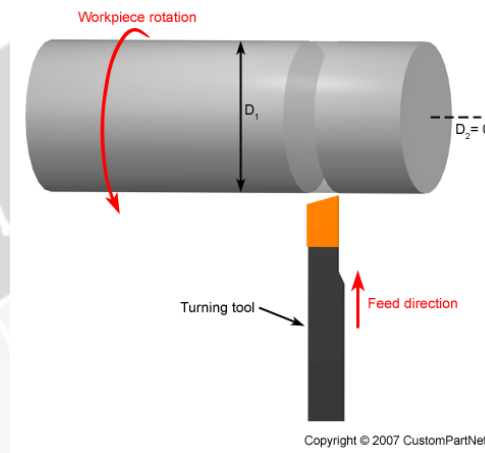
Tirus atau taper adalah suatu bagian dari poros yang ukuran diameternya berangsur-angsur mengecil dari titik ke titik pada panjang poros, pembubutan tirus pada mesin bubut dapat dilakukan dengan pahat khusus, atau dengan menyetel top slide pada ukuran sudut tertentu, atau dengan menggeser center dari tailstock maupun dengan perlengkapan tirus. alatpotong yang digunakan sama dengan pembubutan rata.



Gambar 2.9. Pembubutan Tirus

7. Pembubutan potong / *cut off turning*

Cut off cutting pada dasarnya sama dengan penguliran, akan tetapi bertujuan untuk memotong benda kerja menjadi 2 bagian dengan alat potong mirip dengan ISO 7.



Gambar 2.10. Pembubutan Potong

8. Pengkartelan / *knurling*

Kartel atau *knurling* pada bagian mesin berfungsi sebagai pegangan agar tidak licin, pada mesin bubut pengkartelan dilakukan dengan roda kartel yang berukuran standar, proses ini tidak memotong melainkan menekan /menusuk benda kerja sehingga membentuk alur-alur kartel. bentuk profil hasil kartel pada umumnya lurus, miring atau silang(diamond).



Gambar 2.11. Pembubutan Kartel

9. Pembubutan eksentrik / *eccentric turning*

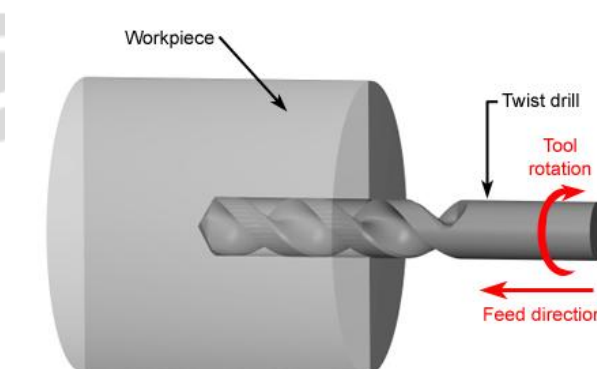
Eksentrik merupakan sebuah poros yang mempunyai kedudukan center/garis tengah diameter yang berbeda posisi/tergeser, pada pembubutan ini dapat dilakukan dengan cara menggeser posisi pengepakan benda kerja sejauh ukuran yang diminta dengan alat cekam four jaw chuck independent, atau bisa juga dengan metode penjepitan between center dengan catatan lubang center sudah dibuat eksentrik.



Gambar 2.12. Pembubutan Eksentris

10. Pembuatan lubang dengan bor

Pada mesin bubut dapat membuat lubang dengan mata bor/twist drill, dan juga terkadang dilanjutkan dengan proses boring dengan pahat.



Copyright © 2007 CustomPartNet

Gambar 2.13. Pembuatan Lubang dengan Bor

2.2.11. Welding

Secara sederhana dapat diartikan bahwa pengelasan merupakan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam baik menggunakan bahan tambah maupun tidak dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Sedangkan pengertian pengelasan menurut Widharto (2003) adalah salah satu cara untuk menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan.

Berdasarkan definisi dari Deutsche Industrie Normen (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Wiryosumarto dan Okumura (2004) menyebutkan bahwa pengelasan adalah penyambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Penyambungan dua buah logam menjadi satu dilakukan dengan jalan pemanasan atau pelumeran, dimana kedua ujung logam yang akan disambung di buat lumer atau dilelehkan dengan busur nyala atau panas yang didapat dari busur nyala listrik (gas pembakar) sehingga kedua ujung atau bidang logam merupakan bidang masa yang kuat dan tidak mudah dipisahkan (Arifin,1997).

Saat ini terdapat sekitar 40 jenis pengelasan. Dari seluruh jenis pengelasan tersebut hanya dua jenis yang paling populer di Indonesia yaitu pengelasan dengan menggunakan busur nyala listrik (*Shielded metal arc welding/SMAW*) dan las karbit (*Oxy acetylene welding/OAW*).

Pengelasan dapat dilakukan dengan berbagai cara sebagai berikut:

1. Pemanasan tanpa tekanan
2. Pemanasan dengan tekanan
3. Tekanan tanpa memberikan panas dari luar (panas diperoleh dari dalam material itu sendiri).
4. Tanpa logam pengisi dan dengan logam pengisi

Pengelasan pada umumnya dilakukan dalam penyambungan logam, tetapi juga sering digunakan untuk menyambung plastik tetapi pembahasan ini akan difokuskan pada penyambungan logam.

Pengelasan merupakan proses yang penting baik ditinjau secara komersial maupun teknologi, karena :

1. Pengelasan merupakan penyambungan yang permanen.

2. Sambungan las dapat lebih kuat dari pada logam induknya, bila digunakan logam pengisi yang memiliki kekuatan lebih besar dari pada logam induknya.
3. Pengelasan merupakan cara yang paling ekonomis dilihat dari segi penggunaan material dan biaya fabrikasi.
4. Metode perakitan mekanik yang lain memerlukan pekerjaan tambahan (penggurdian lubang) dan pengencang sambungan (rivet dan baut)
5. Pengelasan dapat dilakukan dalam pabrik atau dilapangan.

Walaupun demikian pengelasan juga memiliki keterbatasan dan kekurangan :

1. Kebanyakan operasi pengelasan dilakukan secara manual dengan upah tenaga kerja yang mahal.
2. Kebanyakan proses pengelasan berbahaya karena menggunakan energi yang besar.
3. Pengelasan merupakan sambungan permanen sehingga rakitannya tidak dapat dilepas. Jadi metode pengelasan tidak cocok digunakan untuk produk yang memerlukan pelepasan rakitan (misalnya untuk perbaikan atau perawatan).
4. Sambungan las dapat menimbulkan bahaya akibat adanya cacat yang sulit dideteksi. Cacat ini dapat mengurangi kekuatan sambungannya.

2.2.11.1. Proses Pengelasan

Pengelasan yang paling populer di Indonesia yaitu pengelasan dengan busur nyala listrik (SMAW), di beberapa Industri yang mempergunakan teknologi canggih, telah menggunakan jenis las TIG, MIG dan las tahan listrik (ERW). Serta las busur terendam (SMAW).

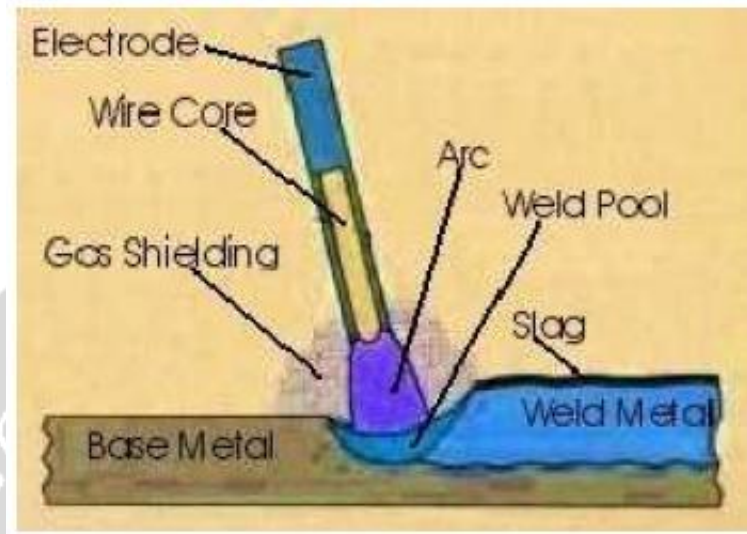
Jenis-jenis pengelasan yang umumnya dilakukan adalah:

1. Proses pengelasan busur logam terbungkus

Pengelasan ini menggunakan batang elektrode yang dibungkus dengan fluks atau disebut dengan *shielded metal arc welding* (SMAW). Untuk panjang batang elektrode biasanya sekitar 230 sampai 460 mm dan diameter 2,5 sampai 9,5 mm. Logam pengisi yang digunakan sebagai batang elektrode harus sesuai dengan logam yang akan dilas, komposisinya biasanya sangat dekat dengan komposisi yang dimiliki logam dasar.

Lapisan pembungkus terdiri dari serbuk selulosa yang dicampur dengan oksida, karbonat, dan unsur-unsur yang lain kemudian disatukan dengan pengikat silikat. Serbuk logam kadang-kadang juga digunakan sebagai bahan

campuran untuk menambah logam pengisi dan menambah unsur-unsur paduan (*alloy*).



Gambar 2.14. Pengelasan Busur Logam Terbungkus

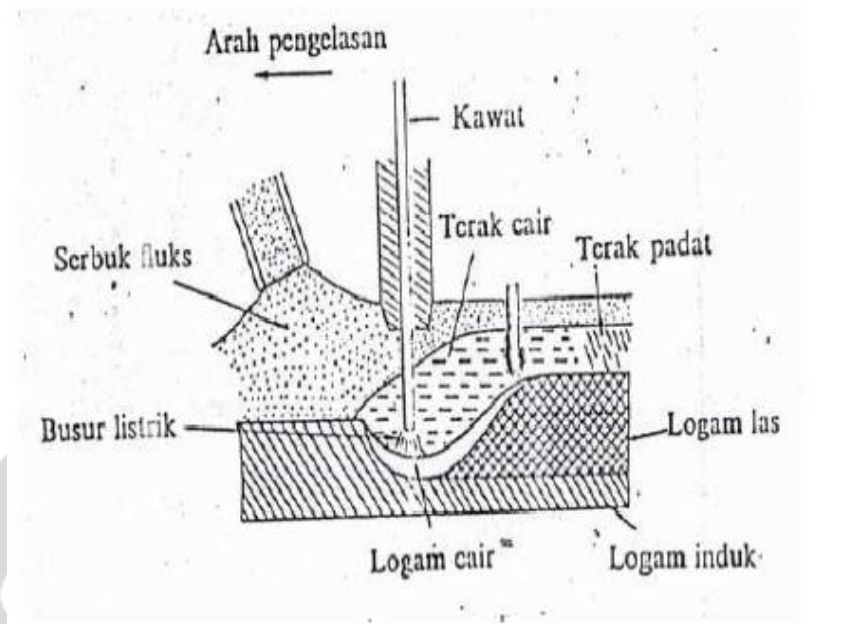
Selama proses pengelasan bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektrode, akibat panas busur listrik, mencair membentuk terak yang kemudian menutupi logam cair yang menggenang di tempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi.

Pemindahan logam elektrode terjadi pada saat ujung elektrode mencair membentuk butir-butir yang terbawa oleh arus busur listrik yang terjadi. Arus listrik yang digunakan sekitar 30 sampai 300 A pada tegangan 15 sampai 45 V. Pemilihan daya yang digunakan tergantung pada logam yang akan dilas, jenis dan panjang kawat elektroda, serta dalam penetrasi las-an yang diinginkan.

2. Proses pengelasan busur terendam (*submerged arc welding/SAW*)

Ini adalah salah satu pengelasan dimana logam cair ditutup dengan fluks yang diatur melalui suatu penampang fluks dan elektroda yang merupakan kawat pejal diumpankan secara terus menerus, dalam pengelasan ini busur listriknya terendam dalam fluks. Prinsip las busur terendam ini material yang dilas adalah baja karbon rendah, dengan kadar karbon tidak lebih dari 0,05 %.

Baja karbon menengah dan baja konstruksi paduan rendah dapat juga dilas dengan proses SAW, namun harus dengan perlakuan panas khusus dan elektroda khusus.



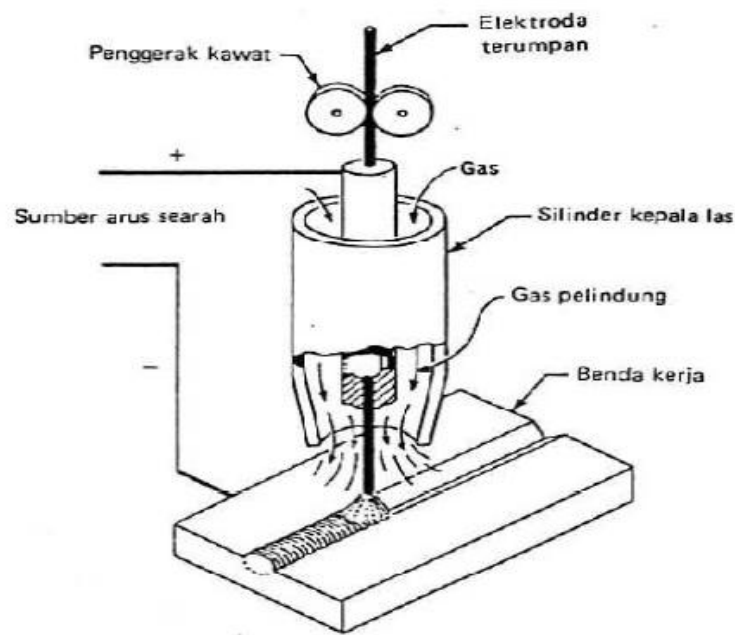
Gambar 2.15. Pengelasan Busur Terendam

3. Proses pengelasan busur logam gas (*Gas metal arc welding*)

Pengelasan ini merupakan proses pengelasan busur yang menggunakan elektrode terumpan dalam bentuk kawat. Busur api listrik sebagai sumber panas untuk peleburan logam, perlindungan terhadap logam cair menggunakan gas mulia (*inert gas*) atau CO₂. Proses *Gas metal arc welding* (GMAW) dimodifikasikan juga dengan proses menggunakan fluks yaitu dengan penambahan fluks yang magnetik (*magnetized - fluks*) atau fluks yang diberikan sebagai inti (*fluks cored wire*).

Pengelasan busur logam gas banyak digunakan dalam pabrik untuk mengelas berbagai jenis logam ferrous dan *nonferrous*. Keuntungan pengelasan busur logam gas dibandingkan pengelasan manual adalah :

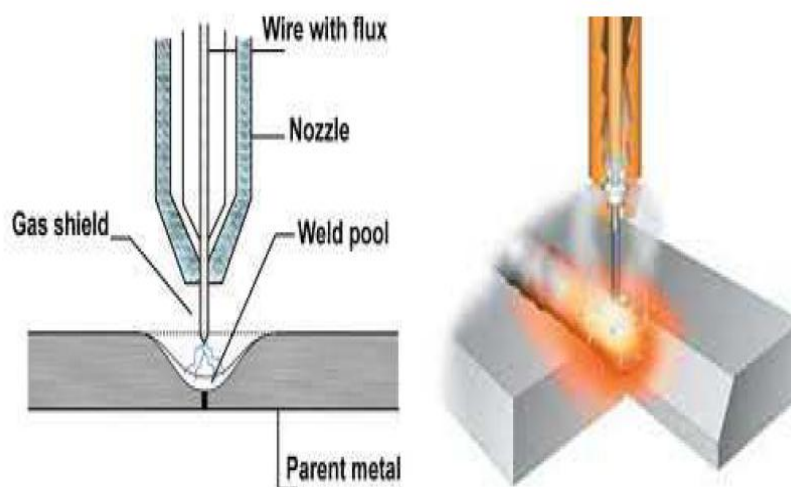
- Waktu busur lebih besar
- Pengelasan biasanya dilakukan secara otomatis.
- Sampah sisa logam pengisi jauh lebih sedikit.
- Terak yang ditimbulkan lebih sedikit karena tidak memakai fluks.
- Laju pengelasan lebih tinggi.
- Kualitas daerah las-an sangat baik.



Gambar 2.16. Pengelasan Busur Logam Gas

4. Proses pengelasan busur berinti fluks (*Flux-cored arc welding/FCAW*)

Pengelasan dengan memakai busur nyala api yang menghasilkan elektroda tetap yang terbuat dari *tungsten* (wolfram), sedangkan bahan penambah terbuat dari bahan yang sama atau sejenis dengan bahan yang dilas dan terpisah dari *torch*, untuk mencegah oksidasi dipakai gas pelindung yang keluar dari *torch* biasanya berupa gas argon 99 %. Pada proses pengelasan ini peleburan logam terjadi karena panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dan logam induk.



Gambar 2.17. Pengelasan Busur Berinti Fluks

Terdapat dua jenis pengelasan busur inti-fluks, yaitu :

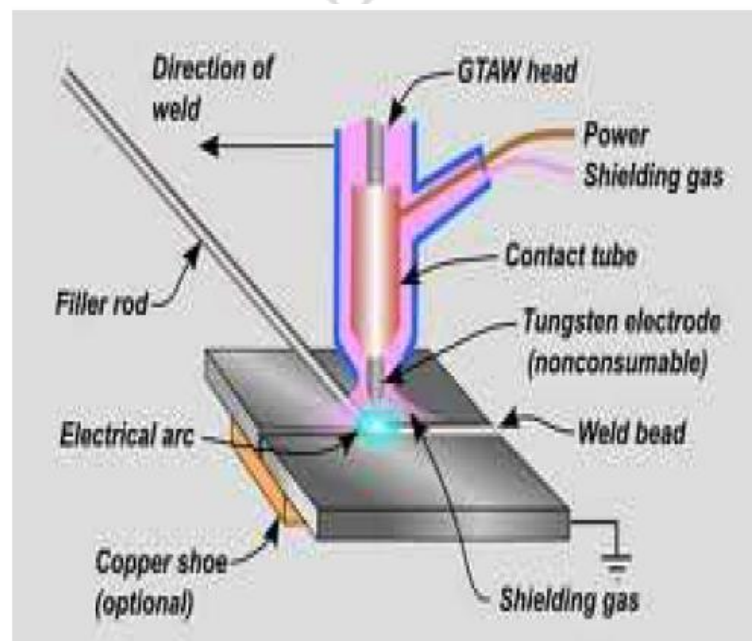
- Pelindung sendiri (*self shielded*), dan
- Pelindung gas (*gas shielded*).

Pengelasan busur inti-fluks dengan pelindung sendiri di dalam inti kawat terdapat fluks dan unsur lain, yang dapat menghasilkan gas untuk melindungi busur dari pengaruh atmosfer. Pengelasan busur inti fluks dengan pelindung gas, di dalam inti kawat tidak ditambahkan unsur penghasil gas. Gas pelindung ditambahkan secara terpisah, sama seperti pada pengelasan busur logam gas. Keuntungan pengelasan inti fluks antara lain :

- Elektrode dapat diumpankan secara kontinue
- Kualitas las-an sangat baik, sambungan las-an halus dan seragam.

5. Proses pengelasan busur tungsten gas (Gas Tungsten Arc Welding)

Pengelasan dengan memakai busur nyala api yang menghasilkan elektroda tetap yang terbuat dari *tungsten* (wolfram) sering disebut dengan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW), sedangkan bahan penambah terbuat dari bahan yang sama atau sejenis dengan bahan yang dilas dan terpisah dari *torch*, untuk mencegah oksidasi dipakai gas pelindung yang keluar dari *torch* biasanya berupa gas argon 99%. Pada proses pengelasan ini peleburan logam terjadi karena panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dan logam induk.



Gambar 2.18. Pengelasan Busur Tungsten Gas

2.2.11.2. Desain Sambungan Las

Desain sambungan las dan bentuk sambungan (*welding joint*), serta bentuk dan ukuran alur las dalam konstruksi untuk merancang sambungan las adalah:

- Persyaratan umum atau spesifikasi mutu (kekuatan) yang diinginkan.
- Bentuk dan ukuran konstruksi las
- Tegangan timbul akibat pengelasan (*residual stress*), maupun tegangan yang diperhitungkan akan timbul akibat pemakaian (pembebanan)
- Jenis proses las yang boleh dipakai

Beberapa Standar telah mengatur jenis-jenis sambungan, ada Sembilan jenis alur sambungan (kampuh) las yang utama lihat tabel 2.2.

Tabel 2.2. Tabel Kampuh Las

Jenis lasan Jenis alur	Lasan dengan alur		
	Lasan Penetrasi penuh tanpa pelat penahan	Lasan penetrasi penuh dengan pelat penahan	Lasan penetrasi sebagian
Persegi (I)			
V tunggal (V)			
Tirus tunggal (V)			
U tunggal (U)		—	
V ganda (X)		—	
Tirus ganda (K)		—	
U ganda (H) (DU)		—	
J tunggal (J)		—	
J ganda (DJ)		—	

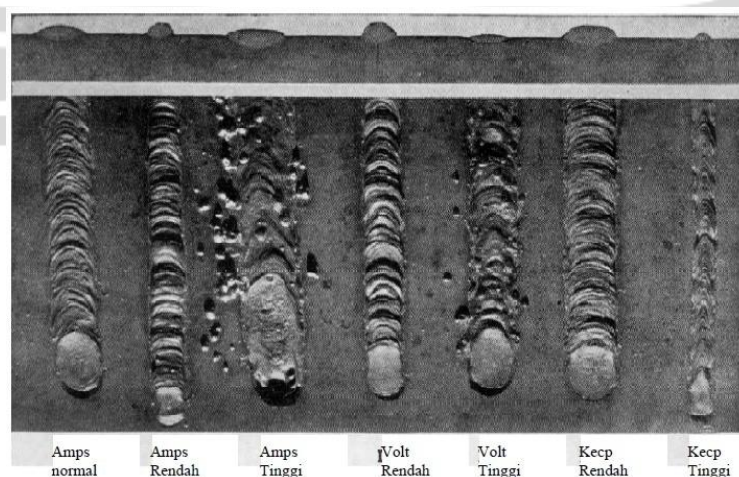
2.2.11.3. Arus Pengelasan

Besarnya aliran listrik yang keluar dari mesin las disebut dengan arus pengelasan. Arus las harus disesuaikan dengan jenis bahan dan diameter elektroda yang di gunakan dalam pengelasan. Untuk elektroda standart *American Welding Society* (AWS), dengan contoh AWS E6013 untuk arus pengelasan yang digunakan sesuai dengan diameter kawat las yang dipakai dapat dilihat pada tabel. Penggunaan arus yang terlalu kecil akan mengakibatkan penembusan atau penetrasi las yang rendah, sedangkan arus yang terlalu besar akan mengakibatkan terbentuknya manik las yang terlalu lebar dan deformasi dalam pengelasan lihat tabel 2.3.

**Tabel 2.3. Hubungan Diameter Elektroda dengan Arus Pengelasan
(Howard, 1998)**

Diameter Kawat las (mm)	Arus las (Amper)
1.6	25 - 45
2.0	50 - 75
2.5	70 - 95
3.25	95 - 130
4.0	135 - 180
5.0	155 - 240

Pengaruh arus listrik dan kecepatan pengelasan terhadap hasil sambungan las dapat dilihat pada gambar 2.22.



Gambar 2.19. Pengaruh Arus Listrik dan Kecepatan Pengelasan Terhadap Hasil Sambungan Las (Wiryosumarto, 2008)